

Статья принята в печать и будет опубликована в журнале: «Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле»

**Инвазии насекомых-вредителей и грибных патогенов древесных растений на северо-западе европейской части России**

*Селиховкин Андрей Витимович, Дренкхан Рейн, Мандельштам Михаил Юрьевич, Мусолин Дмитрий Леонидович*



DOI: <https://doi.org/10.21638/spbu07.2020.203>

Дата получения рукописи: 02.06.2019

Дата принятия рукописи в печать: 20.04.2020

**Для цитирования:** Селиховкин А. В., Дренкхан Р., Мандельштам М. Ю., Мусолин Д. Л. (2020). Инвазии насекомых-вредителей и грибных патогенов древесных растений на северо-западе европейской части России. Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле, 65 (2). <https://doi.org/10.21638/spbu07.2020.203>

Это неотредактированный файл принятой к публикации рукописи. До публикации в окончательном виде она будет подвергнута редактированию и верстке. Обратите внимание, что во время производственного процесса могут быть выявлены ошибки, влияющие на содержание. К данной рукописи применяются все правовые оговорки, относящиеся к журналу.

УДК [632.4](#) : 632.76 : 632.78

## Инвазии насекомых-вредителей и грибных патогенов древесных растений на северо-западе европейской части России

Селиховкин Андрей Витимович<sup>1,2</sup>, Дренкхан Рейн<sup>3</sup>, Мандельштам Михаил Юрьевич<sup>2</sup>,  
Мусолин Дмитрий Леонидович<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская наб., д. 7–9,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация, 199034

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени  
С.М. Кирова, Институтский пер., д. 5, лит. «У», Санкт-Петербург, Российская  
Федерация, 199223

<sup>3</sup>Estonian University of Life Sciences, Kreutzwaldi 1 Tartu, Estonia, 51006

Селиховкин А.В.: [a.selikhovkin@mail.ru](mailto:a.selikhovkin@mail.ru)

Дренкхан Р.: [rein.drenkhan@emu.ee](mailto:rein.drenkhan@emu.ee)

Мандельштам М.Ю.: [michail@mm13666.spb.edu](mailto:michail@mm13666.spb.edu)

Мусолин Д.Л.: [musolin@gmail.com](mailto:musolin@gmail.com)

### Аннотация

Инвазивные виды насекомых и грибов – серьёзная проблема для существования древесных растений на северо-западе европейской части России. Эту территорию активно осваивают в настоящее время инвазивные виды молей-пестрянок (Lepidoptera: Gracillariidae), минирующие листья древесных растений: липовая *Phyllonorycter issikii*, каштановая *Cameraria ohridella* и, вероятно, дубовая широкоминирующая моль *Acrocercops brongniardella*. Благоприятный фактор, способствующий распространению и увеличению плотности популяций вредителей и патогенов – рост среднемесячных температур в течение вегетационного сезона. Особенно тёплый сезон 2018 г., вероятно, способствовал заметному увеличению плотности популяций инвазивных видов минирующих молей и адвентивной тополёвой нижнесторонней моли-пестрянки *Phyllonorycter populifoliella*. Большую опасность представляют инвазивные виды стволовых вредителей и распространяемые ими болезни, в частности, давно появившиеся на этой территории вязовые заболонники *Scolytus* spp. (Coleoptera:

Curculionidae: Scolytinae) и распространяемая ими голландская болезнь вязов (возбудитель – *Ophiostoma novo-ulmi*). Показано, что в регионе присутствуют также гибриды подвидов *Oph. novo-ulmi*, обладающие высокой патогенностью. Серьезную потенциальную опасность для ясеней представляет возможное появление нового для региона агрессивного вредителя – ясеневой узкотелой изумрудной златки *Agrius planipennis* (Coleoptera: Buprestidae). Северо-западная граница инвазивного ареала этого вида в настоящее время проходит по окрестностям Твери, но его попадание через автотрассы, с транспортом или посадочным материалом на северо-запад европейской части России весьма вероятно. Недавняя инвазия гриба-аскомицета *Hymenoscyphus fraxineus* уже привела к заметному ухудшению состояния ясеней в некоторых районах Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Совместная активность златки *A. planipennis* и гриба *H. fraxineus* может иметь фатальные последствия для ясеня. Необходимо проведение дальнейшего мониторинга динамики ареалов инвазивных видов, изучение их адаптаций к локальным условиям и взаимодействия инвазивных видов насекомых с местными и инвазивными дендропатогенными организмами.

**Ключевые слова:** инвазивные насекомые и грибы, древесные растения, европейская часть России.

## Введение

Ускорение процесса инвазий чужеродных организмов, т.е. появление на определённой территории всё большего количества адвентивных видов в единицу времени, в последние десятилетия отмечается всё чаще (Ижевский и Масляков, 2008; Исаев и др., 2015; Карпун, 2018 и др.). В России наиболее ярко этот процесс проявляется на побережье Черного моря, что вполне ожидаемо. Благоприятные климатические условия, интенсивная реконструкция зелёных насаждений на урбанизированных территориях с масштабным приобретением и ввозом разнообразного посадочного материала, большой поток туристов и объектов международной торговли – всё это в совокупности привело к появлению в регионе в начале XXI века десятков инвазивных видов. Массовое размножение некоторых из них, в особенности самшитовой огнёвки *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae), стало резонансным событием общероссийского масштаба. Особенности инвазионного процесса в регионе подробно проанализированы (Карпун и др., 2015, 2017; Карпун, 2018). Сходные процессы протекают и на северо-западе европейской

части России. Масштабы здесь меньше, однако и в этом регионе некоторые инвазивные виды могут представлять серьёзную проблему для существования древесных растений, а иногда – и для экосистем в целом. Целью данной работы является обзор наиболее важных видов насекомых-вредителей и патогенов, относительно недавно появившихся на северо-западе европейской части России, размножение и распространение которых может в значительной степени повлиять на состояние древесных растений в регионе, а в некоторых случаях привести к массовой гибели растений-хозяев.

## 1. Методика и объекты исследований

Наблюдения за динамикой комплекса вредителей древесных растений на северо-западе европейской части России проводилось сотрудниками Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С. М. Кирова (СПбГЛТУ), Зоологического института Российской академии наук и некоторых других организаций со второй половины XIX в. В Санкт-Петербурге с 2009 г. такие наблюдения проводились регулярно 2–3 раза в год как рекогносцировочные обследования в разных нефиксированных точках в зелёных насаждениях города, так и на пяти постоянных пробных площадях. Детальная методика наблюдений за популяциями чешуекрылых до 2017 г. включительно изложена ранее (Селиховкин и др., 2018a). Результаты этих и аналогичных исследований показали, что в последние десятилетия в регионе произошли существенные изменения в комплексе вредителей древесных растений и дендропатогенных организмов, непосредственно влияющих на состояние древесных растений. Ведущую роль в этом процессе играют инвазивные вредители и патогены. В связи с этим, объектами данной работы являются именно инвазивные виды насекомых-дендрофагов и дендропатогенных грибов, появление которых на северо-западе европейской части России стало или может стать в ближайшем будущем серьёзной проблемой для древесных растений как естественных лесных экосистем, так и созданных человеком урбанизированных ландшафтов.

## 2. Результаты

### 2.1. Моли-пестрянки (Lepidoptera: Gracillariidae)

Это семейство чешуекрылых включает в основном виды молей, которые минируют листья: их гусеница развивается внутри листовой пластинки, питаясь клетками паренхимы. В этом семействе есть несколько десятков серьёзных вредителей древесных растений. Инвазии, по меньшей мере, четырёх питающихся на деревьях

видов из этого семейства, – белоакациевой паректопы *Parectopa robiniella* (Clemens, 1863) (Антюхова, 2010), белоакациевой моли-пестрянки *Macrosaccus robiniella* (Clemens, 1859) (Гниненко и Раков, 2010), минирующей каштановой моли (охридского минёра) *Cameraria ohridella* (Deshka et Dimič, 1986) и липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Гниненко и Козлова, 2008; Мозолевская, 2012) – стали резонансными событиями в европейской части России.

Возможность распространения ряда видов молей-пестрянок, повреждающих древесные растения, на территории северо-запада европейской части России (в Санкт-Петербурге, Новгородской, Псковской и Ленинградской областях) в значительной степени связана с завозом нехарактерного для этих регионов посадочного материала для озеленения населённых пунктов, садовых и дачных участков.

### **2.1.1. Тополёвая нижнесторонняя моль-пестрянка *Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833)**

Следствием восстановления зелёных насаждений Санкт-Петербурга в послевоенные годы, а затем озеленения новых районов города за счёт посадок тополей стало массовое распространение тополёвой нижнесторонней моли-пестрянки *Ph. populifoliella*. В 1992–1999 гг. наблюдалась вспышка массового размножения этой бабочки с практически полным поражением ассимиляционного аппарата тополя бальзамического *Populus balsamifera* L., тополя берлинского *Populus × berlinensis* Dippel и их гибридов. На тополе белом *Populus alba* L. мины этого вредителя встречались редко. В первые годы массовый лёт выходящих с зимовки бабочек наблюдался в марте–апреле, т.е. до распускания листьев, но уже в 1996–1997 г. лёт был синхронизирован с распусканием листьев (Селиховкин, 2010а; Селиховкин и др., 2018а). Сейчас этот вид для Санкт-Петербурга можно рассматривать как адвентивный, прочно обосновавшийся в регионе (Селиховкин и др., 2018а). После вспышки массового размножения в 1990-х гг. плотность популяции тополёвой нижнесторонней моли-пестрянки на протяжении нескольких лет находилась на низком уровне (на обследованных участках обычно повреждалось менее 1 % листьев). Однако в 2017 г. мы наблюдали небольшое увеличение плотности популяции этого вида, а в 2018 г. в Невском районе Санкт-Петербурга на двух точках учёта средняя экологическая плотность мин составила 14,5 и 18,2 мин/лист, соответственно (тогда как в других районах города среднее количество мин везде было меньше 1,0 мин/лист). Это даёт основания полагать, что вспышки тополёвой нижнесторонней моли-пестрянки будут

повторяться, но продолжительность эруптивной фазы вспышки массово размножения составит не более 2–3 лет, что характерно для большинства насекомых-филлофагов, дающих вспышки размножения на северо-западе европейской части России.

### 2.1.2. Липовая моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)

Липовая моль-пестрянка *Ph. issikii* развивается в минах на листья различных видов лип. Первичный (аборигенный) ареал липовой моли ограничен Дальним Востоком России, Японией и Кореей. В Восточной Сибири (от Енисея до среднего Приамурья) липа отсутствует. В связи с этим, проникновение липовой моли-пестрянки в Европу можно объяснить только антропогенными факторами, т.е. завозом вместе с саженцами липы или иными посадочными, упаковочными материалами или товарами. По всей вероятности, этот вид был завезён в европейскую часть России в 1980-х гг. Инвазия *Ph. issikii* на территории России была стремительной, и к 2010 г. инвазивный ареал этого вида охватил практически всю территорию распространения липы как в естественных насаждениях, так и городских парках и посадках в России (Ермолаев и Рублёва, 2017). В отдельных районах плотность популяции липовой моли была очень высокой. В 2008 г. площадь очагов массового размножения этого вида в России оценивалась в 2 млн га (Гниненко и Козлова, 2008). Массовое размножение *Ph. issikii* в центральных районах европейской части России привело к экономическим потерям и снижению эстетического облика насаждений липы: даже при относительно невысокой плотности популяции моли ежегодные повреждения липы могут привести к существенному снижению резистентности деревьев и последующему развитию болезней (Гниненко и Козлова, 2008; Ермолаев и Зорин, 2011).

Время появления липовой моли-пестрянки в Санкт-Петербурге неизвестно, но уже в 2002 г. плотность популяции этого вредителя была заметной (Селиховкин и др., 2018а). Многолетние наблюдения за развитием этого вида проводила Ю.А. Тимофеева (2014, 2015). Впоследствии эти работы были продолжены на кафедре защиты леса, древесиноведения и охотоведения СПбГЛТУ.

В Санкт-Петербурге липовая моль-пестрянка стабильно развивается в двух ежегодных поколениях. Гусеницы третьего поколения не успевают закончить развитие до осени. Предпочитаемые виды лип в Санкт-Петербурге – липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) и европейская (*T. europaea* L.). На липу крупнолистную (*T. platyphyllos* Scop.) и американскую (*T. americana* L.) бабочки липовой моли-пестрянки откладывают яйца существенно реже (Тимофеева, 2015).

Некоторое увеличение плотности популяции липовой моли-пестрянки наблюдалось в годы с аномально тёплыми вегетационными сезонами (2002, 2008 и 2013 гг.; Селиховкин и др., 2018а), а также в 2018 г. Максимальную плотность популяции зафиксировали в 2013 г., когда в среднем на пробной площади было до 2,0 мин/лист.

### **2.1.3. Каштановая минирующая моль, или охридский минёр, *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić, 1986**

Каштановая минирующая моль была впервые отмечена в Европе в 1985 г., когда возникла вспышка массового размножения этого вредителя в районе Охридского озера в Греции. После этого вид стал стремительно распространяться по Европе. В 2005 г. его зафиксировали в Москве (Голосова и др., 2008), а в 2013 г. – в Санкт-Петербурге (А.Л. Львовский, устное сообщение). По-видимому, с посадочным материалом охридский минёр был завезён в Санкт-Петербург гораздо раньше 2013 г. (Голосова и др., 2008; Л.Н. Щербакова, устное сообщение). С 2014 г. численность *C. ohridella* стала заметной в парках города (Поповичев, 2016; Селиховкин и др., 2018а).

Так же, как и другие виды молей-пестрянок, гусеницы охридского минёра питаются внутри листьев, образуя бурые мины. В Европе этот вид повреждает каштан конский *Aesculus hippocastanum* L., при этом плотность популяции *C. ohridella* может достигать очень больших значений. Среднее количество мин гусениц даже первого поколения может достигать 175 на одном сложном листе. При такой огромной экологической плотности популяции к концу июня листья конского каштана буреют и начинают опадать (Акимов и др., 2003). В Санкт-Петербурге и окрестностях такой высокой плотности популяции *C. ohridella* пока не наблюдали, однако и здесь плотность популяции этого вида проявляет тенденцию к увеличению.

Охридский минёр в Санкт-Петербурге развивается в двух поколениях. За период наблюдений с 2016 по 2018 гг. доля листьев, минированных гусеницами первого поколения, не превышала 10 % (Мартирова и Селиховкин, 2018). Плотность поселения второго поколения сильно варьировала в разных районах Санкт-Петербурга, но средние значения доли повреждённых листьев на пробных участках до 2018 г. не превышали 40 %. Однако, в 2018 г. картина изменилась. Несмотря на низкую плотность популяции в первом поколении, доля минированных листьев во втором поколении составляла уже 90–100 %, а количество мин на лист варьировало от 9 до 29. Увеличение численности второго поколения, вероятно, обусловлено благоприятными погодными условиями:

лето 2018 г., в отличие от предыдущих лет, было тёплым и сухим. В мае и июне 2017 г. температура была ниже среднемноголетних примерно на 1,5–2,0 °С, а в 2018 г., напротив, существенно превышала среднемноголетние (табл. 1). Вегетационный сезон 2018 г. (май–сентябрь) был самым тёплым за предыдущие 7 лет. Средняя температура за вегетационный сезон превышала средне-многолетние на 2,0 °С и больше.

#### **2.1.4. Дубовая широкоминирующая моль *Acrocercops brongniardella* (Fabricius, 1798)**

Дубовая широкоминирующая моль – хорошо известный на территории России и других стран Европы вредитель, минирующий листья дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) на большей части его ареала (Вредители леса, 1955; Апостолов, 1981; Гершензон и Холченков, 1988; Львовский, 1994). Вспышки массового размножения этой моли характерны для Украины, юга и центра европейской части России, они были отмечены и в Западной Сибири (Нікітенко и др., 2004; Голуб и др., 2009; Чурсина и др., 2016; Уткина и Рубцов, 2018). На территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области этот вид ранее не встречался. В 2018 г. Н.В. Денисовой (СПбГЛТУ) были обнаружены мины этого вида в Санкт-Петербурге, причём количество мин на одном листе варьировало от 1 до 7 (Н.В. Денисова, личное сообщение). Вывести имаго из гусениц не удалось, но принадлежность мин другому виду молей маловероятна.

#### **2.2. Стволовые жесткокрылые (Insecta: Coleoptera) и связанные с ними дендропатогенные грибы**

Жесткокрылые (Coleoptera) – самый многочисленный отряд насекомых, включающий огромное количество реально и потенциально инвазивных видов, в том числе, жуков-дендрофагов (Орлова-Беньковская, 2017). В частности, высокий инвазивный потенциал для Европы имеет подсемейство короедов (Scolytinae) семейства долгоносиков (Curculionidae), т.к. видовой состав короедов Дальнего Востока и азиатской части России значительно отличается от такового европейской части России, но при этом многие азиатские виды жуков развиваются в сходных климатических условиях на древесных растениях, систематически близких к европейским видам растений (Вредители леса, 1955; Ижевский и др., 2005). Вопрос проникновения чужеродных видов насекомых с Дальнего Востока России в европейскую часть страны стоит достаточно остро, т.к. через Дальний Восток проходят

магистральные пути транспортировки грузов из Азии в Европу (Кузнецов и Стороженко, 2010).

## **2.2.1. Уссурийский полиграф *Polygraphus proximus* Blandford, 1894 (Curculionidae: Scolytinae)**

Естественный ареал уссурийского полиграфа в России ограничен дальневосточными таёжными лесами. Повреждает он преимущественно пихту, но способен заселять представителей других родов семейства сосновые (Pinaceae) – ель, сосну кедровую, лиственницу и тсугу. Распространяясь с заготовленной древесиной и товарным транспортом, уссурийский полиграф проник с территории Дальнего Востока в Сибирь. Вспышки массового размножения этого короеда охватили значительные площади пихтовых лесов Восточной и Западной Сибири и привели к гибели таёжных лесов (Баранчиков и др., 2011; Кривец и др., 2015а; Кривец и др., 2015b; Кривец и др., 2015с). Находя для себя более или менее значительную по территории и запасу кормовую базу, уссурийский полиграф начинает быстро размножаться, как это произошло в коллекции Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина РАН в Москве (Серая и др., 2014). Кроме этого, *P. proximus* был однократно зафиксирован в Ленинградской области на ели (Мандельштам и Поповичев, 2000; Чилахсаева, 2008). Сколь-нибудь значимые по площади насаждения пихты на северо-западе европейской части России отсутствуют, однако, учитывая возможность полиграфа развиваться на других породах, не исключён переход этого вида на ель. В случае такого изменения трофических предпочтений уссурийский полиграф может стать серьёзнейшим вредителем европейских лесов.

## **2.2.2. Вязовые заболонники (Curculionidae: Scolytinae) и голландская болезнь (графиоз) вязов**

Многие виды короедов в большей или меньшей степени ассоциированы с дендропатогенными грибами-аскомицетами. Классическим примером стало распространение графиоза (голландской болезни) вязовыми заболонниками – струйчатым (*Scolytus multistriatus* (Marsham, 1802)) и заболонником-разрушителем (*Scolytus scolytus* (Fabricius, 1775)), распространяющими возбудителей голландской болезни – офиостомовые грибы *Ophiostoma ulmi* (Buisman) Nannfeldt и *Ophiostoma novo-ulmi* (Brasier) (Ascomycota: Ophiostomataceae) (Basset et al., 1992; Faccoli and Santini, 2016; Jankowiak et al., 2019). Споры грибов оседают на заболонников, когда те

развиваются под корой больных деревьев. Вылетевшие молодые жуки проходят дополнительное питание на побегах здоровых вязов и таким образом переносят на эти деревья споры и частички мицелия патогенных грибов. Развивающиеся грибы, в свою очередь, снижают резистентность вязов, создавая условия для поселения на этих, уже ослабленных, деревьях заболонников. Совместная деятельность аборигенных видов короедов и инвазивных офиостомовых грибов стала причиной массовой гибели вязов в Европе и Северной Америке (Fascoli and Santini, 2016; Jankowiak et al., 2019). Вязовые заболонники широко распространены в зеленых насаждениях городов средней полосы России, в Санкт-Петербурге, странах Балтии (Мозолевская и др., 1987; Белова и др., 1998; Мандельштам и Поповичев, 2000; Щербакова, 2008; Мандельштам и Хайретдинов, 2017).

*Scolytus scolytus* был уже давно отмечен в окрестностях Санкт-Петербурга Н. С. Обертом (1874 (1878)). Другой вид, *S. multistriatus*, по-видимому, также в течение долгого времени размножался на юге Ленинградской области в пойме р. Луги. Вопрос о распространении голландской болезни в пойме Луги и ее притоков (р. Ящера, р. Кемка и др.) специально не изучали, но массовое усыхание ильмовых здесь не было зарегистрировано. Локальные популяции *Scolytus laevis* Chapuis, 1869, существовавшие долгое время в каньоне реки Лавы (Тосненский район Ленинградской области), также не вызывали графิโอза (Щербакова и Мандельштам, 2014; Мандельштам и Хайретдинов, 2017). В обзоре наиболее значимых вредителей зеленых насаждений Ленинграда по результатам наблюдений до 1938 г. включительно вязовые заболонники даже не упоминаются (Венкова и Занадворова, 1939).

Широкому распространению голландской болезни в Санкт-Петербурге и пригородных парках предшествовало обнаружение в 2000–2001 гг. *S. multistriatus* и *S. scolytus* в пойменных лесах р. Тосно, расположенных к югу от Санкт-Петербурга, в парках г. Пушкина и городских насаждениях. Занос графิโอза в Санкт-Петербург и парки его пригородов предположительно связан с инвазией зараженных жуков *S. scolytus* из более южных районов страны, т.к. существовавшие до этого локальные популяции вязовых заболонников не приводили к ярко выраженному графиозу (Щербакова и Мандельштам, 2014; Мандельштам и Хайретдинов, 2017).

Публикации о наносимом заболонниками вреде и широком распространении голландской болезни стали появляться начиная с 2000 г., когда было зафиксировано начало массового размножения *S. scolytus* и *S. multistriatus* и распространение графิโอза. В 2012 г. на посадках молодых вязов был обнаружен еще один переносчик голландской

болезни – заболонник-пигмей *S. rugmaeus* (Fabricius, 1787), поселяющийся на ветках или стволах молодых деревьев. Этот вид был, вероятно, завезён в регион с посадочным материалом. Сейчас все три вида заболонников распространены на всей территории Санкт-Петербурга и в Ленинградской области, вплоть до г. Выборга. В настоящее время гибель вязов приняла катастрофический характер и охватила всю территорию города и ближайших пригородов (Селиховкин и др., 2010b; Щербакова и Мандельштам, 2014).

Массовую гибель вязов в Европе и, в частности, в Санкт-Петербурге и его окрестностях в последние несколько десятилетий связывают с распространением инвазивного патогена *Oph. novo-ulmi* (Калько, 2008; Faccoli and Santini, 2016; Jankowiak et al., 2019). Усыхание вязов из-за голландской болезни и распространения заболонников в пригородах Санкт-Петербурга началось в 1995 г., когда в г. Пушкине (Пушкинский район Санкт-Петербурга) были обнаружены первые вязы, заселённые заболонниками и имеющие признаки голландской болезни. В 2000 г. в том же районе (в г. Павловске и г. Пушкине) погибли первые 185 деревьев. Они имели симптомы голландской болезни, но возбудитель тогда не был определён. Позднее появились публикации, указывающие на начало эпифитотии голландской болезни в Санкт-Петербурге (Дорофеева и Тюпина, 2002; Щербакова, 2008; Селиховкин и др., 2010b).

Многочисленные пробы, взятые в парках, вдоль улиц, в аллеях посадках вязов в Ленинградской области, показали, что голландская болезнь вязов продолжает распространяться в регионе (Р. Дренкхан и др., неопубл.). Из усыхающих от графิโอза вязов в Санкт-Петербурге ранее была выделена не только *Oph. novo-ulmi*, но и *Oph. ulmi*, которая считается непатогенным (Калько, 2008). Наши предварительные исследования, проведённые в Ленинградской области, показали, что в некоторых пробах есть подвиды *Oph. novo-ulmi*, а также гибриды между этими подвидами. Эти гибриды могут обладать высокой патогенностью. Так, в соседней Эстонии недавно найдено два поражающих вяза близких подвида: *Ophiostoma novo-ulmi* subsp. *novo-ulmi* («европейский подвид») и *Ophiostoma novo-ulmi* subsp. *americana* («североамериканский подвид») (Jürisoo et al., 2019). Полные данные, включающие результаты молекулярно-генетического анализа таксономической принадлежности патогенов, будут опубликованы в ближайшее время (Jürisoo et al., in prep.).

### 2.2.3. Ясенева узкотелая изумрудная златка *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera: Buprestidae) и халаровый некроз

Ясенева узкотелая изумрудная златка – фатальный инвазивный вредитель ясеня, последствия вспышек массового размножения которого стали весьма значительным общественным событием последних трёх десятилетий. Изумрудная златка – аборигенный вид лиственных лесов Азии, питающийся преимущественно разными видами ясеня. В 2002 г. ясенева златка была обнаружена в США и Канаде, но, вероятно, проникла на территорию Северной Америки раньше, в 1990-х гг. (Haack et al., 2015). К 2014 г. ясенева изумрудная златка была обнаружена более чем в 20 штатах США. Более 200 миллионов деревьев ясеня в лесах и городских насаждениях, преимущественно в районе Великих озёр, были уничтожены этим вредителем в США и Канаде (Wagner et al., 2015). На территории России этот вид был обнаружен впервые в Москве в 2003 г. (Волкович и Мозолевская, 2014). Ясенева изумрудная златка интенсивно расширяет инвазивный ареал в европейской части России, в особенности в южном и юго-западном направлениях. Сейчас этот вид отмечен в 13 регионах России (Ижевский и Масляков, 2008; Орлова-Беньковская, 2013; Волкович и Мозолевская, 2014; Musolin et al., 2017; Баранчиков, 2018; Баранчиков и др., 2018), при этом в 2018 г. в центральной и южной частях вторичного ареала (в Тульской, Воронежской и Липецкой областях) регистрировали очаги массового размножения златки (Баранчиков, 2018; Селиховкин и др., 2018с).

Нами проводились исследования по изучению продвижения ясеновой изумрудной златки по направлению от Московской области к Санкт-Петербургу (Selikhovkin et al., 2017; Селиховкин и др., 2018с). Наиболее вероятно её распространение вдоль автомобильной трассы М10 «Россия» («Москва–Санкт-Петербург»), на обочинах которой более или менее регулярно встречаются посадки ясеня (преимущественно ясеня пенсильванского *Fraxinus pennsylvanica* Marsh). Обследования северо-западной границы инвазивного ареала *A. planipennis*, проводившиеся в 2016–2018 гг., показали, что наиболее близкие к Санкт-Петербургу поселения златки имеются в районе железнодорожной станции Дорошиха в Твери (56°52'N; 35°38'E). Эти поселения возникли не позднее 2016 г., т.к. летом и осенью 2018 г. здесь было собраны личинки и жуки златки. Дальше в северо-западном направлении златка обнаружена не была, однако мы продолжаем мониторинг распространения этого вредителя на пробных площадях, на которых размещены клеевые ловушки и ловчие деревья (Селиховкин и др., 2018с).

Следует отметить, что в Новгородской области по направлению к Санкт-Петербургу имеются участки трассы, где ясень отсутствует на протяжении 30–40 км. Такое отсутствие кормовой базы может стать серьёзным препятствием для распространения златки в северо-западном направлении (Afonin et al., 2016). Учитывая резкое снижение с 2018 г. плотности популяции *A. planipennis* в Москве (Орлова-Беньковская, 2018), вероятность попадания ясеновой златки в Санкт-Петербург и Ленинградскую область с автомобильным и железнодорожным транспортом также снижается, но не исчезает полностью. Насаждения ясеня в Санкт-Петербурге, к юго-западу и западу от города в Ленинградской и Псковской областях встречаются достаточно часто. При этом их санитарное состояние зачастую неудовлетворительное.

Одной из причин ухудшения состояния ясеня в Европе и, в том числе, в европейской части России, стало распространение халарового некроза, вызванного грибом-аскомицетом *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya (Baral and Bemann, 2014; Baral et al., 2014; Musolin et al., 2017). Этот патоген был завезён из Азии с посадочным материалом ясеня маньчжурского *Fraxinus mandshurica* Rupr. Стремительно распространившись в Западной Европе, аскомицет привёл к гибели насаждения ясеня на значительных площадях (Kowalski, 2006; Baral and Bemann, 2014; Drenkhan et al., 2014). В европейской части России *H. fraxineus* был впервые зарегистрирован на территории Санкт-Петербурга в дендрарии Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С. М. Кирова (Gross et al., 2014; McKinney et al., 2014; Musolin et al., 2017). В 2011–2013 гг. наличие этого патогенна было подтверждено Р. Васайтисом (R. Vasaitis) и Р. Дренкханом (R. Drenkhan) (Мусолин и др., 2014; Musolin et al., 2017). При проведении в 2016–2018 гг. обследований состояния насаждений Дворцового парка в г. Гатчина и аллеиных посадок в Пушкинском районе Санкт-Петербурга было отмечено ухудшение состояния ясеня и развитие на нём ряда видов дендропатогенных грибов, в том числе, наличие выраженных симптомов халарового некроза.

Известно, что изумрудная ясеновая златка охотно атакует деревья, ослабленные болезнями и другими факторами. Очевидно, что деревья, заражённые *H. fraxineus* подвергаются наибольшему риску нападения этим вредителем. Кроме того, вылетевшие молодые жуки проходят дополнительное питание на листьях ясеня и, так же, как и вязовые заболонники, по-видимому, способны заражать возбудителем халарового некроза здоровые деревья (Herms and McCullough, 2014; Блюммер и Штапова, 2016). При наложении инвазивных ареалов *H. fraxineus* и изумрудной златки

можно ожидать кумулятивного эффекта, как это произошло с вязовыми заболонниками и графиозом. В этом случае судьба ясеня в Европе будет незавидной (Musolin et al., 2017).

Ещё один потенциально инвазивный для Европы (в т.ч. для северо-запада России) вид златок из рода *Agrilus* – березовая бронзовая златка *Agrilus anxius* Gory, 1841. В Северной Америке этот вид не играет существенной роли как вредитель, но при этом к нему совершенно неустойчивы палеарктические виды белоствольных берез (Muilenburg and Herms, 2012 – цит. по: Баранчиков, 2018).

### 3. Обсуждение

Количество инвазивных видов, появившихся на северо-западе европейской части России в последние десятилетия существенно меньше, чем в южных районах, особенно в Причерноморье, где мягкие климатические условия, разнообразие древесной растительности и интенсивный товарообмен (в том числе посадочным материалом) предоставляют прекрасные возможности для успешного внедрения новых видов (Карпун и др., 2015; Карпун и др., 2017; Карпун, 2018). Многие случайно завезенные чужеродные виды насекомых и грибов не представляют опасности для северо-запада России, где преобладает достаточно суровый климат. Например, фитопатогенный гриб *Fusarium circinatum*, ещё один потенциально опасный для Причерноморья инвайдер, по-нашему мнению не сможет адаптироваться к условиям северо-запада России, даже если как-то попадёт в этот регион (Селиховкин и др., 2018b). Однако, внедрение даже отдельных инвазивных видов может привести к разрушительным последствиям, в особенности, когда насекомые-дендрофаги ассоциированы с дендропатогенными грибами, как это случилось, например, с вязовыми заболонниками и голландской болезнью. Ситуация усугубляется наблюдаемым сейчас изменением климата. Увеличение среднемесячных температур в течение вегетационного сезона за период с 2000 по 2017 год (табл. 1) создаёт благоприятные предпосылки для инвазивных видов насекомых и патогенов, продвижения которых на север ранее было ограничено недостаточной суммой эффективных температур (Мусолин и Саулич, 2012; Økland et al., 2019).

Серьезную потенциальную опасность представляет внедрение ясеновой изумрудной златки и её возможное взаимодействие с аскомицетом *H. fraxineus*, наличие которого на северо-западе европейской части России подтверждено.

Для большого числа видов, прежде всего вредителей ассимиляционного аппарата растений, возможность переноса дендропатогенных грибов, бактерий или вирусов в наших условиях не исследована. В частности, остаётся неясным возможность такого взаимодействия для рассмотренных выше инвазивных молей-пестрянок и жуков.

Внедрение инвазивных насекомых-дендрофагов и дендропатогенных грибов в местные экосистемы существенно меняет видовую структуру сложившихся энтомо- и микобиотных комплексов. Инвазивные организмы нередко становятся доминирующими в этих сообществах (Селиховкин и др., 2018b). При этом нарушаются устойчивые паразито-хозяинные отношения, обуславливающие стабильность существования древесных растений как в лесных экосистемах, так и в городских посадках. Насколько инвазивные виды окажутся конкурентоспособными в новых условиях – вопрос открытый. Если в отношении насекомых-дендрофагов исследование этой проблемы проводится на уровне полевых учётов видового состава, определения плотности популяций и других популяционных характеристик, то в отношении микобиоты такие работы весьма трудоёмки и требуют привлечения молекулярно-генетических методов идентификации и изучения состава микосообществ.

#### **4. Выводы**

В итоге можно сделать следующие выводы:

- 1) инвазионный процесс на северо-западе европейской части России представляет серьёзную угрозу для древесных растений;
- 2) возможности адаптации и вредоносность ряда видов, а также взаимосвязи насекомых-дендрофагов и дендропатогенных организмов в регионе практически не исследованы;
- 3) необходимо дальнейшее проведение мониторинга динамики ареалов инвазивных видов, изучение их адаптации и взаимодействия инвазивных видов насекомых с дендропатогенными организмами.

#### **Благодарности**

Работа частично поддержана грантами РФФИ 17-04-01486-а (Д.Л. Мусолин) и 17-04-00360-а (М.Ю. Мандельштам).

## Литература

- Акимов, И. А., Зерова, М. Д., Нарольский, Н. Б., Свиридов, С. В., Коханец, А. М., Никитенко, Г. Н., Гершензон, З. С. (2003). Биология каштановой минирующей моли *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Украине. Сообщение 1. *Вестник зоологии*, 37(5), 41–52.
- Антюхова, О. В. (2010). Белоакациевая моль-пестрянка (*Parectopa robiniella* Clemens) – опасный вредитель *Robinia pseudoacacia* L. в Приднестровье. *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*, 192, 4–11.
- Апостолов, Л. Г. (1981). *Вредная энтомофауна лесных биогеоценозов Центрального Приднестровья*. Киев-Одесса: Вища школа.
- Баранчиков, Ю. Н. (2018). Подготовка к защите лесов Европы от инвазийных видов златок. *Сибирский лесной журнал*, 6, 126–131.
- Баранчиков, Ю. Н., Кривец, С. А., Петько, В. М., Керчев, И. А., Мизеева, А. С., Анисимов, В. А. (2011). В погоне за полиграфом уссурийским *Polygraphus proximus* Blandf. *Экология Южной Сибири и сопредельных территорий*, 15(1), 52–54.
- Баранчиков, Ю. Н., Вавин, В. С., Серая, Л. Г., Тунякин, В. Д. (2018). Ясеневая узкотелая златка *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) обнаружена в насаждениях Каменно-Степного опытного лесничеств. В: *X Чтения памяти О. А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах. Т. 1. Насекомые и прочие беспозвоночные животные, материалы международной конференции*. Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 127.
- Белова, Н. К., Куликова, Е. Г., Шарапа, Т. В., Сураппаева, В. М., Беднова, О. В., Белов, Д. А. (1998). Вредители зеленых насаждений. *Лесной вестник*, 2, 40–53.
- Блюммер, А. Г., Штапова, Н. Н. (2016). Златка *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera: Buprestidae) – итоги поиска в Воронеже и Воронежской области в 2011–2016 гг. *Труды Воронежского государственного заповедника*, 78, 126–142.
- Венкова, Е., Занадворова, В. (1939). Работа группы по борьбе с вредителями и болезнями зеленых насаждений в 1938 г. в Ленинграде. *Зеленое строительство*, 1–2, 63–66.
- Вредители леса (справочник)* (1955). Москва-Ленинград: АН СССР.
- Волкович, М. Г., Мозолевская, Е. Г. (2014). Десятилетний «юбилей» инвазии ясеновой изумрудной узкотелой златки *Agrilus planipennis* Fairm. (Coleoptera: Buprestidae) в России: итоги и перспективы. *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*, 207, 8–19.

Гершензон, З. С., Холченков, В. А. (1988). Моли-пестрянки – Gracillariidae. В: В. П. Васильев, под ред., *Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений: Т 2. Вредные членистоногие, позвоночные*. Киев: Урожай, 263–273.

Гниненко, Ю. И., Козлова, Е. И. (2008). Прогрессирующие вредители липы в городских посадках. *Защита и карантин растений*, 1, 47.

Гниненко, Ю. И., Раков, А. Г. (2010). Белоакациевая моль-пестрянка в России. *Защита и карантин растений*, 10, 36–37.

Голосова, М. А., Гниненко, Ю. И., Голосова, Е. И. (2008). *Капитановый минер Cameraria ohridella – опасный карантинный вредитель на объектах городского озеленения*. Москва: Восточнопалеарктическая региональная секция Международной организации по биологической борьбе с вредными животными и растениями.

Голуб, В. Б., Бережнова, О. Н., Корнев И. И. (2009). Массовое размножение дубовой широкоминирующей моли (*Acrocercops bronniardella* F., Lepidoptera, Gracillariidae) в Воронежской области. *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*, 187, 96–102.

Дорофеева, Т. Б., Тюпина, Г. Н. (2002). Графиоз ильмовых в Санкт-Петербурге и меры борьбы с ним. *Экология большого города*, 6, 57–61.

Ермолаев, И. В., Зорин Д. А. (2011). Экологические последствия инвазии *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) в липовых лесах Удмуртии. *Зоологический журнал*, 90(6), 717–723.

Ермолаев, И. В., Рублёва, Е. А. (2017). История, скорость и факторы инвазии липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae) в Евразии. *Российский журнал биологических инвазий*, 1, 2–19.

Ижевский, С. С., Никитский, Н. Б., Волков, О. Г., Долгин, М. М. (2005). *Иллюстрированный справочник жуков-ксилофагов – вредителей леса и лесоматериалов Российской Федерации*. Тула: Гриф и К.

Ижевский, С. С., Масляков, В. Ю. (2008). Новые инвазии чужеземных насекомых в Европейскую Россию. *Российский журнал биологических инвазий*, 2, 34–43.

Исаев, А. С., Пальникова, Е. Н., Суховольский, В. Г., Тарасова, О. В. (2015). *Динамика численности лесных насекомых-филлофагов: модели и прогнозы*. Москва: Товарищество научных изданий КМК.

Калько, Г. В. (2008). Голландская болезнь вязов в Санкт-Петербурге. *Микология и фитопатология*, 42(6), 564–571.

Карпун, Н. Н. (2018). *Структура комплексов вредных организмов древесных растений во влажных субтропиках России и биологическое обоснование мер защиты*. Диссертация доктора биологических наук.

Карпун, Н. Н., Игнатова, Е. А., Журавлева, Е. Н. (2015). Новые виды вредителей декоративных древесных растений во влажных субтропиках Краснодарского края. *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*, 211, 187–203.

Карпун, Н. Н., Журавлева, Е. Н., Волкович, М. Г., Проценко, В. Е., Мусолин, Д. Л. (2017). К фауне и биологии новых чужеродных видов насекомых-вредителей древесных растений во влажных субтропиках России. *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*, 220, 169–185.

[Кривец, С. А., Бисирова, Э. М., Керчев, И. А., Пац, Е. Н., Чернова, Н. А. \(2015а\).](#) Трансформация таёжных экосистем в очаге инвазии полиграфа уссурийского *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в Западной Сибири. *Российский журнал биологических инвазий*, 1, 41–62.

Кривец, С. А., Керчев, И. А., Бисирова, Э. М., Демидко, Д. А., Петько, В. М., Баранчиков, Ю. Н. (2015b). Распространение уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) в Сибири. *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*, 211, 33–45.

Кривец, С. А., Керчев, И. А., Бисирова, Э. М., Пашенова, Н. В., Демидко, Д. А., Петько, В. М., Баранчиков, Ю. Н. (2015с). *Уссурийский полиграф в лесах Сибири (распространение, биология, экология, выявление и обследование поврежденных насаждений)*. Методическое пособие. Томск-Красноярск: Умник.

Кузнецов, В. Н., Стороженко, С. Ю. (2010). Инвазии насекомых в наземные экосистемы Дальнего Востока России. *Российский журнал биологических инвазий*, 1, 12–17.

Львовский, А. Л. (1994). Сем. Oecophoridae – ширококрылые моли. В: В. И. Кузнецов и др., под ред. *Насекомые и клещи – вредители сельскохозяйственных культур*. Т. 3, ч. 1. Санкт-Петербург: Наука, 292–300.

Мандельштам, М. Ю., Поповичев, Б. Г. (2000). Аннотированный список видов короедов (Coleoptera, Scolytidae) Ленинградской области. *Энтомологическое обозрение*, 79(3), 599–618.

Мандельштам, М. Ю., Хайретдинов, Р. Р. (2017). Дополнения к списку видов короедов (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) Ленинградской области. *Энтомологическое обозрение*, 86(3), 512–521.

Мартирова, М. Б., Селиховкин, А. В. (2018). Каштановая минирующая моль *Cameraria ohridella* Deshka & Dimič, 1986 (Lepidoptera: Gracillariidae) Санкт-Петербурге. В: *X Чтения памяти О. А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах. Т. 1. Насекомые и прочие беспозвоночные животные, материалы международной конференции.* Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 70–71.

Мозолевская, Е. Г., Крылова, Н. В., Белова, Н. К., Осипов, И. Н. (1987). Экология заболонников – переносчиков голландской болезни. *Защита растений*, 7, 37–40.

Мозолевская, Е. Г. (2012). Значимые виды дендрофильных насекомых в городских насаждениях Москвы в современный период. В: *Экологические и экономические последствия инвазий дендрофильных насекомых, материалы Всероссийской конференции с международным участием.* Красноярск: Институт леса СО РАН, 23–24.

Мусолин, Д. Л., Саулич, А. Х. (2012). Реакции насекомых на современное изменение климата: от физиологии и поведения до смещения ареалов. *Энтомологическое обозрение*, 91(1), 3–35.

Мусолин, Д. Л., Булгаков, Т. С., Селиховкин, А. В., Адамсон, К., Дренкхан, Р., Васайтис, Р. (2014). *Dothistroma septosporum*, *D. pini* и *Hymenoscyphus fraxineus* (Ascomycota) – патогены древесных растений, вызывающие серьезную озабоченность в Европе. В: *VII Чтения памяти О. А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах, материалы международной конференции.* Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 54–55.

Нікітенко, Г. М., Фурсов, В. М., Гершензон, З. С., Свиридов, С. В. (2004). Дубова широкомінуюча міль та інші мінуючі лускокрилі на дубі повідомлення 2. Морфобіологічна та екологічна характеристика дубової широкомінуючої молі та інших мінуючих шкідників дуба. *Вестник зоологии*, 38(2), 53–61.

Оберт, И. С. (1874 [1876]). Список жуков найденных по сие время в Петербурге и его окрестностях. *Труды Русского энтомологического общества в Санкт-Петербурге*, 8(1), 108–139.

Орлова-Беньковская, М. Я. (2013). Резкое расширение ареала инвазивного вредителя ясеня, златки *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera, Vuprestidae), в Европейской части России. *Энтомологическое обозрение*, 92(4), 710–715.

Орлова-Беньковская, М. Я. (2017). [Основные закономерности инвазионного процесса у жесткокрылых \(Coleoptera\) Европейской части России. \*Российский журнал биологических инвазий\*, 10\(1\), 35–56.](#)

Орлова-Беньковская, М. Я. (2018). Хорошие новости: в Москве улучшается состояние ясеней после вспышки численности златки *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae). В: *X Чтения памяти О. А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах. Т. 1. Насекомые и прочие беспозвоночные животные, материалы международной конференции*. Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 80.

Поповичев, Б. Г. (2016). Каштановая минирующая моль *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić, 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae) в Санкт-Петербурге. В: *IX Чтения памяти О. А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах, материалы международной конференции*, Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 95.

Селиховкин, А. В. (2010a). Особенности популяционной динамики тополевой нижнесторонней моли-пестрянки *Phyllonorycter populifoliella* Tr. (Gracillariidae). *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*, 192, 220–235.

Селиховкин, А. В., Поповичев, Б. Г., Давыдова, И. А., Неверовский, В. Ю. (2010b). Массовое размножение вязовых заболонников в Санкт-Петербурге. *Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности*, 14(6), 5–12.

Селиховкин, А. В., Барышникова, С. В., Денисова, Н. В., Тимофеева, Ю. А. (2018a). Видовой состав и динамика плотности популяций доминирующих чешуекрылых-дендрофагов в Санкт-Петербурге и его окрестностях. *Энтомологическое обозрение*, 97(4), 617–639.

Селиховкин, А. В., Марковская, С., Васайтис, Р., Мартынов, А. Н., Мусолин, Д. Л. (2018b). Фитопатогенный гриб *Fusarium circinatum* и возможности его распространения насекомыми в России. *Российский журнал биологических инвазий*, 11(2), 53–63.

Селиховкин, А. В., Перегудова, Е. Ю., Мусолин, Д. Л., Поповичев, Б. Г., Баранчиков, Ю. Н. (2018c). Ясенева я изумрудная узкотелая златка *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae) на пути из Москвы в Санкт-Петербург. В: *X Чтения памяти О. А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль*

в лесных экосистемах. Т. 1. Насекомые и прочие беспозвоночные животные, материалы международной конференции. Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 95–96.

Серая, Л. Г., Пашенова, Н. Г., [Мухина, Л. Н.](#), [Дымович, А. В.](#), [Александрова, М. С.](#), [Баранчиков, Ю. Н.](#) (2014). Повреждаемость видов рода *Abies* Mill. в коллекции Главного ботанического сада РАН уссурийским полиграфом *Polygraphus proximus* Bland. и его грибными ассоциантами. В: *Лесные биогеоценозы бореальной зоны: география, структура, функции, динамика, материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 70-летию создания Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН*. Новосибирск: Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 649–652.

Тимофеева, Ю. А. (2014). Особенности экологии липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Санкт-Петербурге. *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*, 207, 133–141.

Тимофеева, Ю. А. (2015). Оценка влияния листовых вредителей на состояние липы в парковых насаждениях Санкт-Петербурга. Диссертации кандидата биологических наук.

Уткина, И. А., Рубцов, В. В. (2018). Дубовая широкоминирующая моль *Acrocercops brongniardella* F. (Lepidoptera: Gracillariidae) в Теллермановской дубраве. В: *X Чтения памяти О. А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах. Т. 1. Насекомые и прочие беспозвоночные животные, материалы международной конференции*. Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 104–105.

Чилахсаева, Е. А. (2008). Первая находка *Polygraphus proximus* (Coleoptera, Scolytidae) в Московской области. *Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический*, 113(6), 39–42.

Чурсина, В. А., Вохтанцева, К. В., Гайвас А. А. (2016). Основной вредитель дуба черешчатого на территории города Омска – дубовая широкоминирующая моль. В: *Инновационные технологии в сельском хозяйстве, материалы II международной научной конференции*. Санкт-Петербург: Свое издательство, 21–25.

Щербакова, Л. Н. (2008). Вязовые заболонники в городских посадках Санкт-Петербурга. *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*, 182, 306–313.

Щербакова, Л. Н., Мандельштам, М. Ю. (2014). Вязы Санкт-Петербурга: после третьего звонка. В: *VII Чтения памяти О. А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах, материалы международной конференции*. Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 97–98.

Afonin, A. N., Musolin, D. L., Egorov, A. A., Selikhovkin, A. V. (2016). Possibilities of further range expansion of the emerald ash borer *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) in the North-West of European Russia: What factors will limit the invasive range? In: *UArctic Congress 2016. Abstract Book*. Saint Petersburg, 100.

Baral, H.-O., Bemmam, M. (2014). *Hymenoscyphus fraxineus* vs. *Hymenoscyphus albidus* – a comparative light microscopic study on the causal agent of European ash dieback and related foliicolous, stroma-forming species. *Mycology*, 5, 228–290.

Baral, H.-O., Queloz, V., Hosoya, T. (2014). *Hymenoscyphus fraxineus*, the correct scientific name for the fungus causing ash dieback in Europe. *IMA Fungus*, 5, 79–80.

Basset, Y., Favaro, A., Springate, N. D., Battisti A. (1992). Observations on the relative effectiveness of *Scolytus multistriatus* (Marsham) and *Scolytus pygmaeus* (Fabricius) (Coleoptera: Scolytidae) as vectors of the Dutch elm disease. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft Bulletin de la Société Entomologique Suisse*, 65, 61–67.

Drenkhan, R., Sander, H., Hanso, M. (2014). Introduction of Mandshurian ash (*Fraxinus mandshurica* Rupr.) to Estonia: Is it related to the current epidemic on European ash (*F. excelsior* L.)? *European Journal of Forest Research*, 133, 769–781.

Faccoli, M., Santini, A. (2016). Dutch elm disease and elm bark beetles: Pathogen-insect interaction. In: J. K. Brown, ed., *Vector-Mediated Transmission of Plant Pathogens*. St. Paul: The American Phytopathological Society, 74–86.

Gross, A., Hosoya, T., Queloz, V. (2014). Population structure of the invasive forest pathogen *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. *Molecular Ecology*, 23, 2943–2960.

Haack, R. A., Baranchikov, Y., Bauer, L. S., Poland, Th. M. (2015). Emerald ash borer biology and invasion history. In: R. C. Reardon, ed., *Biology and Control of Emerald Ash Borer*. Morgantown: United States Department of Agriculture. Forest Health Technology Enterprise Team (WV-2014-09), 1–14.

Hermes, D. A., McCullough, D. G. (2014). Emerald ash borer invasion of North America: History, biology, ecology, impacts, and management. *Annual Review of Entomology*, 59, 13–30.

Jankowiak, R., Strzałka, B., Bilanski, P., Kacprzyk, M., Wieczorek, P., Linnakoski, R. (2019). Ophiostomatoid fungi associated with hardwood-infesting bark and ambrosia beetles in Poland: Taxonomic diversity and vector specificity. *Fungal Ecology*, 39, 152–167.

Jürisoo, L., Adamson K., Padari A., Drenkhan R. (2019). Health of elms and Dutch elm disease in Estonia. *European Journal of Plant Pathology*, 154, 823–841. <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01707-0>

Kowalski, T. (2006). *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *Forest Pathology*, 36, 264–270.

McKinney, L. V., Nielsen, L. R., Collinge, D. B., Thomsen, I. M., Hansen, J. K. and Kjær, E. D. (2014). The ash dieback crisis: genetic variation in resistance can prove a long-term solution. *Plant Pathology*, 63, 485–499.

Musolin, D. L., Selikhovkin, A. V., Shabunin, D. A., Zviagintsev, V. B., Baranchikov, Yu. N. (2017). Between Ash dieback and Emerald ash borer: Two Asian invaders in Russia and the future of ash in Europe. *Baltic Forestry*, 23(1), 316–333.

Økland, B., Flø, D., Schroeder, M., Zach, P., Cocos, D., Martikainen, P., Siitonen, J., Mandelshtam, M. Y., Musolin, D. L., Neuvonen, S., Vakula, J., Nikolov, C., Lindelöw, Å., Voolma, K. (2019). Range expansion of the small spruce bark beetle *Ips amitinus*: a newcomer in northern Europe. *Agricultural and Forest Entomology*, 21, 286–298. <https://doi.org/10.1111/afe.12331>

rp5.ru (2019). *Архив погоды в Санкт-Петербурге* [online]. Доступно на: [https://rp5.ru/Архив\\_погоды\\_в\\_Санкт-Петербурге](https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Санкт-Петербурге) [Дата доступа 28.05.2019].

Selikhovkin, A. V., Popovichev, B. G., Mandelshtam, M. Yu., Musolin, D. L., Vasaitis, R. (2017). The frontline of invasion: the current northern limit of the invasive range of Emerald ash borer, *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae), in European Russia. *Baltic Forestry*, 3(1), 316–333.

Wagner, D. L., Todd, K. J. (2015). Ecological impacts of Emerald ash borer. In: R. C. Reardon, ed., *Biology and Control of Emerald Ash Borer*. Morgantown: United States Department of Agriculture. Forest Health Technology Enterprise Team (WV-2014-09), 15–65.

wikipedia.org (2019). *Климат Санкт-Петербурга* [online] Доступно на: URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Климат\\_Санкт-Петербурга](https://ru.wikipedia.org/wiki/Климат_Санкт-Петербурга) [Дата доступа 28.05.2019].

World weather archive (2019). *World weather archive* [online] Available at: [https://world-weather.ru/archive/russia/saint\\_petersburg/](https://world-weather.ru/archive/russia/saint_petersburg/) [Accessed 28.05.2019].

**Таблица 1.** Средние температуры воздуха в Санкт-Петербурге за вегетационный сезон

Годы	Средние температуры воздуха в отдельные месяцы и за весь вегетационный сезон, °С					
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	За вегетационный сезон
2011	11,0	17,5	22,5	17,7	13,1	16,4
2012	12,7	15,3	19,5	16,3	12,9	15,4
2013	14,4	19,8	19,0	18,6	12,1	16,8
2014	13,0	15,0	21,2	18,8	13,5	16,3
2015	11,8	15,9	16,9	18,3	14,0	15,4
2016	14,7	16,4	19,0	17,2	12,9	16,0
2017	9,4	13,6	16,5	17,4	12,5	13,9
2018	15,1	16,2	20,9	19,2	14,5	17,2
1901–1930	9,8	14,9	18,0	15,7	10,8	13,8
1931–1960	9,9	15,4	18,4	16,8	11,2	14,3
1961–1990	10,9	15,6	17,7	16,2	11,0	14,3
2000–2017	12,1	15,8	19,8	17,8	12,5	15,6

Источники: rp5.ru, 2019; wikipedia.org, 2019; World ..., 2019.

## Invasions of insect pests and fungal pathogens of woody plants into the North-Western part of the European Russia

Andrey V. Selikhovkin<sup>1,2</sup>, Drenkhan Rein<sup>3</sup>, Michail Yu. Mandelshtam<sup>2</sup>,  
Dmitry L. Musolin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>St. Petersburg State University, 7–9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, Russian Federation, 199034

<sup>2</sup>Saint Petersburg State Forest Technical University, 5, Institutskiy per., St. Petersburg, Russian Federation, 194223

<sup>3</sup>Estonian University of Life Sciences, Kreutzwaldi 1, Tartu, Estonia, 51006

Selikhovkin: [a.selikhovkin@mail.ru](mailto:a.selikhovkin@mail.ru)

Drenkhan: [rein.drenkhan@emu.ee](mailto:rein.drenkhan@emu.ee)

Mandelshtam: [michail@mm13666.spb.edu](mailto:michail@mm13666.spb.edu)

Musolin: [musolin@gmail.com](mailto:musolin@gmail.com)

### Annotation

Invasions of insects and fungi is a serious problem for the existence of woody plants in the north-west of the European part of Russia. The following species of moths (Lepidoptera: Gracillariidae) that produce mines in the leaves of woody plants recently arrived into the region: *Phyllonorycter issikii* (feeding on lime), *Cameraria ohridella* (feeding on chestnut), and, likely, *Acrocercops brongniardella* (feeding on oak). Increasing average monthly temperatures during the growing season is a favorable factor which can promote the spread of pests and pathogens and increase their population density. The particularly warm season of 2018 had likely contributed to the noticeable increase in the population density of the invasive mining moths as well as the adventive poplar mining moth *Phyllonorycter populifoliella*. Invasive species stem-boring and bark beetles as well as diseases associated with them might be particularly dangerous. Thus, *Scolytus* spp. (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) are involved in spreading of the Dutch elm disease (caused by *Ophiostoma novo-ulmi*). It has been demonstrated that hybrids of *Oph. novo-ulmi* are spread in the region and can be highly pathogenic. Emerald ash borer *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) is another serious potential and aggressive invader. The north-western border of its invasive range is currently in the environs of Tver city, but its arrival by highways, with transport or planting

materials to the north-west of the European part of Russia is likely. The recent invasion of the ascomycete *Hymenoscyphus fraxineus* has already led to a noticeable deterioration of the condition of ash trees in Saint Petersburg and the Leningrad Region. The combined effect of the buprestid beetle *A. planipennis* and fungus *H. fraxineus* can have fatal consequences for ash. It is necessary to continue monitoring of the invasive species range dynamics, study of their adaptation to local conditions and the interaction of invasive insects with local and invasive woody plant pathogenic organisms.

**Key words:** invasive insects, woody plants, European part of Russia

## References

Afonin, A. N., Musolin, D. L., Egorov, A. A., Selikhovkin, A. V. (2016). Possibilities of further range expansion of the emerald ash borer *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) in the North-West of European Russia: What factors will limit the invasive range? In: *UArctic Congress 2016. Abstract Book*. Saint Petersburg, 100.

Akimov, I. A., Zerova, M. D., Narol'skiy, N. B., Sviridov, S. V., Kokhanets, A. M., Nikitenko, G. N., Gershenson, Z. S. (2003). Biology of the horse chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) in Ukraine. Communication 1. *Vestnik Zoologii*, 37(5), 41–52. (In Russian)

Antyukhova, O. V. (2010). The locust digitate leafminer is a dangerous pest of *Robinia pseudoacacia* L. in Transnistria. *Izvestiia Sankt-Peterburgskoi Lesotekhnicheskoi Akademii*, 192, 4–11. (In Russian)

Apostolov, L. G. (1981). *Harmful entomofauna of forest biogeocenoses in the vicinity of the Central Dnieper*. Kiyev-Odessa: Vishcha shkola Publ. (In Russian)

Baral, H.-O., Bemann, M. (2014). *Hymenoscyphus fraxineus* vs. *Hymenoscyphus albidus* – a comparative light microscopic study on the causal agent of European ash dieback and related foliicolous, stroma-forming species. *Mycology*, 5, 228–290.

Baral, H.-O., Queloz, V., Hosoya, T. (2014). *Hymenoscyphus fraxineus*, the correct scientific name for the fungus causing ash dieback in Europe. *IMA Fungus*, 5, 79–80.

Baranchikov, Yu. N., Krivets, S. A., Pet'ko, V. M., Kerchev, I. A., Mizeyeva, A. S., Anisimov, V. A. (2011). Chasing the four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* Blandf. *Ekologiya iuzhnoi Sibiri i sopredel'nykh territorii*, 15 (1), 52–54. (In Russian)

Baranchikov, Yu. N., Vavin, V. S., Seraya, L. G., Tunyakin, V. D. (2018). Emerald ash borer *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) found in the stands of the Kamenno-

Stepnoy forestry. In: *The Kataev Memorial Readings – X. Dendrobiotic Invertebrates and Fungi and their Role in Forest Ecosystems. Vol. 1. Insects and Other Invertebrates, proceedings of the international conference*. Saint Petersburg: SPbSFTU, 127. (In Russian)

Baranchikov, Yu. N. (2018). Readiness for protection of European forests from invasive species of buprestids. *Sibirskii lesnoi zhurnal*, 6, 126–131. (In Russian)

Basset, Y., Favaro, A., Springate, N. D., Battisti A. (1992). Observations on the relative effectiveness of *Scolytus multistriatus* (Marsham) and *Scolytus pygmaeus* (Fabricius) (Coleoptera: Scolytidae) as vectors of the Dutch elm disease. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft Bulletin de la Société Entomologique Suisse*, 65, 61–67.

Belova, N. K., Kulikova, E. G., Sharapa, T. V., Surappaeva, V. M., Bednova, O.V., Belov, D. A. (1998). Pests of green plantations. *Forest Bulletin*, 2, 40–53. (In Russian)

Blyummer, A. G, Shtapova, N. N. (2016). Emerald ash borer *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera: Buprestidae) – results of the survey in Voronezh and Voronezh Region in 2011–2016. *Proceedings of the Voronezh State Reserve*, 78, 126–142. (In Russian)

Chilakhsayeva, Ye. A. (2008). First finding of *Polygraphus proximus* (Coleoptera, Scolytidae) in the Moscow Region. *Biulleten' Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody. Otdel biologicheskii*, 113 (6), 39–42. (In Russian)

Chursina, V. A., Vokhtantseva, K. V., Gayvas A. A. (2016). The main pest of English oak on the territory of the city of Omsk is the leaf blotch miner moth. In: *Innovative technologies in agriculture, proceedings of the II international scientific conference*. St. Petersburg: Svoye izdatel'stvo Publ., 21–25. (In Russian)

Dorofeyeva, T. B., Tyupina, G. N. (2002). Dutch elm disease in St. Petersburg and measures of its control. *Ekologiya bol'shogo goroda*, 6, 57–61. (In Russian)

Drenkhan, R., Sander, H., Hanso, M. (2014). Introduction of Mandshurian ash (*Fraxinus mandshurica* Rupr.) to Estonia: Is it related to the current epidemic on European ash (*F. excelsior* L.)? *European Journal of Forest Research*, 133, 769–781.

Faccoli, M., Santini, A. (2016). Dutch elm disease and elm bark beetles: Pathogen-insect interaction. In: J. K., Brown, ed., *Vector-Mediated Transmission of Plant Pathogens*. St. Paul: The American Phytopathological Society, 74–86.

Gershenson, Z. S., Kholchenkov, V. A. (1988). Mining moths – Gracillariidaею In: V. P. Vasil'yev, ed., *Vrediteli sel'skokhoziaistvennykh kul'tur i lesnykh nasazhdenii: T 2. Vrednye chlenistonogie, pozvonochnye*. Kiyev: Urozhay Publ., 263–273. (In Russian)

Gninenko, Yu. I., Kozlova, E. I. (2008). Ever-increasing pests of lime in urban plantings. *Protection and Quarantine of Plants*, 1, 47. (In Russian)

Gninenko, Yu. I., Rakov, A. G. (2010). The locust gracillariid leafminer in Russia. *Protection and Quarantine of Plants*, 10, 36–37. (In Russian)

Golosoza, M. A., Gninenko, Yu. I., Golosoza, E. I. (2008). *Horse chestnut leaf miner Cameraria ohridella is a dangerous quarantine pest at urban greening sites*. Moscow: East Palearctic Regional Section of The International Organisation for Biological Control. (In Russian)

Golub, V. B., Berezhnova, O. N., Kornev I. I. (2009). Outbreak of the leaf blotch miner moth (*Acrocercops brongniardella* F., Lepidoptera, Gracillariidae) in the Voronezh Region. *Izvestiia Sankt-Peterburgskoi Lesotekhnicheskoi Akademii*, 187, 96–102. (In Russian)

Gross, A., Hosoya, T. and Queloza, V. (2014). Population structure of the invasive forest pathogen *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. *Molecular Ecology*, 23, 2943–2960.

Haack, R. A., Baranchikov, Y., Bauer, L. S., Poland, Th. M. (2015). Emerald ash borer biology and invasion history. In: R. C. Reardon, ed., *Biology and Control of Emerald Ash Borer*. Morgantown: United States Department of Agriculture. Forest Health Technology Enterprise Team (WV-2014-09), 1–14.

Hermes, D. A., McCullough, D. G. (2014). Emerald ash borer invasion of North America: History, biology, ecology, impacts, and management. *Annual Review of Entomology*, 59, 13–30.

Isayev, A. S., Pal'nikova, Ye. N., Sukhovol'skiy, V. G., Tarasova, O. V. (2015). *The dynamics of population density of forest phyllophagous insects: models and predictions*. Moscow: KMK Publ. (In Russian)

Izhevskiy, S. S., Nikitskiy, N. B., Volkov, O. G., Dolgin, M. M. (2005). Illustrated reference book of beetles – xylophagous pests of forest and timber products of the Russian Federation. Tula: Grif and K Publ. (In Russian)

Izhevskiy, S. S., Maslyakov, V. Yu. (2008). New invasions of alien insects into European part of Russia. *Russian Journal of Biological Invasions*, 2, 34–43. (In Russian)

Jankowiak, R., Strzałka, B., Bilanski, P., Kacprzyk, M., Wieczorek, P., Linnakoski, R. (2019). Ophiostomatoid fungi associated with hardwood-infesting bark and ambrosia beetles in Poland: Taxonomic diversity and vector specificity. *Fungal Ecology*, 39, 152–167.

Jürisoo, L., Adamson K., Padari A., Drenkhan R. (2019). Health of elms and Dutch elm disease in Estonia. *European Journal of Plant Pathology*, 154, 823–841. <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01707-0>

Kalko, G. V. (2008). Dutch elm disease in St. Petersburg. *Mycology and Phytopathology*, 42(6), 564–571. (In Russian)

Karpun, N. N. (2018). The Structure of Pest Complexes of Woody Plants in Humid Subtropics of Russia and the Biological Rationale for Protection Measures. Dissertation of Doctor of biological sciences. (In Russian)

Karpun, N. N., Ignatova, Ye. A., Zhuravleva, Ye. N. (2015). Species of pests on ornamental woody plants in humid subtropics new for Krasnodar Kray (Russia). *Izvestiia Sankt-Peterburgskoi Lesotekhnicheskoi Akademii*, 211, 187–203. (In Russian)

Karpun, N. N., Zhuravleva, Ye. N., Volkovich, M. G., Protsenko, V. Ye., Musolin, D. L. (2017). To the fauna and biology of new alien insect pest species of woody plants in humid subtropics of Russia. *Izvestiia Sankt-Peterburgskoi Lesotekhnicheskoi Akademii*, 220, 169–185. (In Russian)

Kowalski, T. (2006). *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *Forest Pathology*, 36, 264–270.

Krivets, S. A., Bisirova, E. M., Kerchev, I. A., Pats, E. N., Chernova, N. A. (2015a). Transformation of taiga ecosystems in the center of invasion of the four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in Western Siberia. *Russian Journal of Biological Invasions*, 1, 41–62. (In Russian)

Krivets, S. A., Kerchev, I. A., Bisirova, E. M., Demidko, D. A., Pet'ko, V. M., Baranchikov, Yu. N. (2015c). Distribution of the four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) in Siberia. *Izvestiia Sankt-Peterburgskoi Lesotekhnicheskoi Akademii*, 211, 33–45. (in Russian)

Krivets, S. A., Kerchev, I. A., Bisirova, E. M., Pashenova, N. V., Demidko, D. A., Pet'ko, V. M., Baranchikov, Yu. N. (2015c). Distribution of the four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) in Siberia (Distribution, biology, ecology, identification and examination of damaged plantings). Tomsk-Krasnoyarsk: Umnik Publ. (In Russian)

Kuznetsov, V. N., Storozhenko, S. Yu. (2010). Insect invasions in the terrestrial ecosystems of the Russian Far East. *Russian Journal of Biological Invasions*, 1, 12–17. (In Russian)

Lvovskiy A. L. (1994). Fam. Oecophoridae – concealer moths. In: V. I. Kuznetsov et al., eds., *Nasekomye i kleshchi - vrediteli sel'skokhoziaistvennykh kul'tur*, Vol. 3, part 1, Saint Petersburg: Nauka Publ., 292–300. (In Russian)

Mandel'shtam, M. Yu., Khayretdinov, R. R. (2017). Additions to the list of species of bark beetles (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) of the Leningrad Region. *Entomological Review*, 86(3), 512–521. (In Russian)

Mandel'shtam, M. Yu., Popovichev, B. G., 2000. Annotated list of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) of Leningrad Province. *Entomological Review*, 79(3), 599–618. (In Russian)

Martirova, M. B., Selikhovkin, A. V. (2018). The horse-chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* Deshka & Dimič, 1986 (Lepidoptera: Gracillariidae) St. Petersburg. In: *The Kataev Memorial Readings – X. Dendrobiotic Invertebrates and Fungi and their Role in Forest Ecosystems. Vol. 1. Insects and Other Invertebrates, proceedings of the international conference*. Saint Petersburg: SPbSFTU, 70–71. (In Russian)

McKinney, L. V., Nielsen, L. R., Collinge, D. B., Thomsen, I. M., Hansen, J. K. and Kjær, E. D. (2014). The ash dieback crisis: genetic variation in resistance can prove a long-term solution. *Plant Pathology*, 63, 485–499.

Mozolevskaya, Ye. G. (2012). Significant species of dendrophilous insects in urban plantings of Moscow in the current time. In: *Ecological and economic consequences of the invasions of dendrophilous insects, proceedings of the All-Russian conference with international participation*. Krasnoyarsk: Forest Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 23–24. (In Russian)

Mozolevskaya, Ye. G., Krylova, N. V., Belova, N. K., Osipov, I. N. (1987). Ecology of elm bark beetles carrying Dutch elm disease. *Plant Protection*, 7, 37–40. (In Russian)

Musolin, D. L., Saulich, A. Kh. (2012). [Responses of insects to the current climate changes: From physiology and behavior to range shifts](#). *Entomological Review*, 91(1), 3–35. (In Russian) <https://doi.org/10.1134/S0013873812070019>

Musolin, D. L., Bulgakov, T. S., Selikhovkin, A. V., Adamson, K., Drenkkhan, R., Vasaytis, R. (2014). *Dothistroma septosporum*, *D. pini* and *Hymenoscyphus fraxineus* (Ascomycota) – pathogens of woody plants of major concern in Europe. In: *The Kataev Memorial Readings – VII. Dendrobiotic Invertebrates and Fungi and their Role in Forest Ecosystems. Insects and Other Invertebrates, proceedings of the International Conference*. Saint Petersburg: SPbSFTU, 54–55. (In Russian)

Musolin, D. L., Selikhovkin, A. V., Shabunin, D. A., Zviagintsev, V. B., Baranchikov, Yu. N. (2017). Between Ash dieback and Emerald ash borer: Two Asian invaders in Russia and the future of ash in Europe. *Baltic Forestry*, 23(1), 316–333.

Nikitenko, H. M., Fursov V. M., Hershenzon Z. S., Svyrydov S. V. (2004). Oak broad-leaved moths and other maning insects on the oak. 2. Morphobiological and ecological characteristics of oak widespread moth and other mining pests of oak. *Vestnik zoologii*, 38(2), 53–61. (In Ukrainian)

Obert, I. S. (1874). A list of beetle species collected up to now in Petersburg and its environs. *Proceedings of the Russian Entomological Society in Saint Petersburg*. 8(1), 108–139. (In Russian)

Økland, B., Flø, D., Schroeder, M., Zach, P., Cocos, D., Martikainen, P., Siitonen, J., Mandelshtam, M. Y., Musolin, D. L., Neuvonen, S., Vakula, J., Nikolov, C., Lindelöw, Å., Voolma, K. (2019). Range expansion of the small spruce bark beetle *Ips amitinus*: a newcomer in northern Europe. *Agricultural and Forest Entomology*, 21, 286–298. <https://doi.org/10.1111/afe.12331>

Orlova-Ben'kovskaya, M. Ya. (2013). Dramatic expansion of the range of invasive ash pest, buprestid beetle *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera, Buprestidae) in European Russia. *Entomological Review*, 92(4), 710–715. (In Russian)

Orlova-Ben'kovskaya, M. Ya. (2017). Main trends of invasion process in beetles (Coleoptera) of European Russia. *Russian Journal of Biological Invasions*, 10(1), 35–56. (In Russian)

Orlova-Ben'kovskaya, M. Ya. (2018). Good news: the condition of ash trees in Moscow is improving after the outbreak of *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae). In: *The Kataev Memorial Readings – X. Dendrobiotic Invertebrates and Fungi and their Role in Forest Ecosystems. Vol. 1. Insects and Other Invertebrates, proceedings of the International Conference*. Saint Petersburg: SPbSFTU, 80. (In Russian)

*Pests of the forest (Book of reference)*. (1955). Moscow-Leningrad: AN SSSR Publ. (In Russian)

Popovichev, B. G. (2016). The horse-chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* Deschka et Dimič, 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae) in St. Petersburg. In: *The Kataev Memorial Readings – IX. Dendrobiotic Invertebrates and Fungi and their Role in Forest Ecosystems. Insects and Other Invertebrates, proceedings of the International Conference*. Saint Petersburg: SPbSFTU, 95. (In Russian)

rp5.ru (2019). Arkhiv pogody v Sankt-Peterburge [online] Available at: [https://rp5.ru/Archive\\_pogody\\_v\\_Sankt-Petersburg](https://rp5.ru/Archive_pogody_v_Sankt-Petersburg) [Accessed 28.05.2019].

Selikhovkin, A. V. (2010a). Features of population dynamics of the poplar mining moth *Phyllonorycter populifoliella* Tr. (Gracillariidae). *Izvestiia Sankt-Peterburgskoi Lesotekhnicheskoi Akademii*, 192, 220–235. (In Russian)

Selikhovkin, A. V., Popovichev, B. G., Davydova, I. A., Neverovskiy, V. Yu. (2010b). Mass reproduction of elm bark beetles in St. Petersburg. *Westnik IAELPS (International Academy of Ecology and Life Protection Sciences)*, 14(6), 5–12. (In Russian)

Selikhovkin, A. V., Popovichev, B. G., Mandelshtam, M. Yu., Musolin, D. L., Vasaitis, R. (2017). The frontline of invasion: the current northern limit of the invasive range of Emerald ash borer, *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae), in European Russia. *Baltic Forestry*, 3(1), 316–333.

Selikhovkin, A. V., Baryshnikova, S. V., Denisova, N. V., Timofeyeva, Yu. A. (2018a). Species composition and population dynamics of dominant dendrophagous moths (Lepidoptera) in St. Petersburg and its environs. *Entomological Review*, 98, 963–978. <https://doi.org/10.1134/S0013873818080031>

Selikhovkin, A. V., Markovskaya, S., Vasaitis, R., Martynov, A. N., Musolin, D. L. (2018b). Phytopathogenic fungus *Fusarium circinatum* and the possibility of its spread by insects in Russia. *Russian Journal of Biological Invasions*, 9(3), 245–252. (In Russian) <https://doi.org/10.1134/S2075111718030128>

Selikhovkin, A. V., Peregudova, Ye. Yu., Musolin, D. L., Popovichev, B. G., Baranchikov, Yu. N. (2018c). Emerald ash borer *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae) on the way from Moscow to St. Petersburg. In: *The Kataev Memorial Readings – X. Dendrobiotic Invertebrates and Fungi and their Role in Forest Ecosystems. Vol. 1. Insects and Other Invertebrates, Proceedings of the International Conference*. Saint Petersburg: SPbSFTU, 95–96. (In Russian)

Seraya, L. G., Pashenova, N. G., Mukhina, L. N., Dymovich, A. V., Aleksandrova, M. S., Baranchikov, Yu. N. (2014). Damaged species of the genus *Abies* Mill. in the collection of the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences of the four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* Bland. and its mushroom associates. In: *Forest biogeocenoses of the boreal zone: geography, structure, functions, dynamics, proceedings of the All-Russian scientific conference with international participation dedicated to the 70th anniversary of the creation of the Forest Institute named after V.N. Sukachev of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences*. Krasnoyarsk: Forest Institute named after V.N. Sukachev of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 649–652. (In Russian)

Shcherbakova, L. N., Mandel'shtam, M. Yu. (2014). Elms of St. Petersburg: after the third bell. In: *The Kataev Memorial Readings – VII. Dendrobiotic Invertebrates and Fungi and their Role in Forest Ecosystems. Insects and Other Invertebrates, proceedings of the International Conference*. Saint Petersburg: SPbSFTU, 97–98. (In Russian)

Sherbakova, L. N. (2008). European elm bark beetles in parks of Saint Petersburg. *Izvestiia Sankt-Peterburgskoi Lesotekhnicheskoi Akademii*, 182, 306–313. (In Russian)

Timofeeva, Yu. A. (2015). Assessment of the Influence of Leaf-eating Pests on the Condition of Linden Trees in the Park Stands of St. Petersburg. Ph.D. thesis (Biological sciences). St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov. (In Russian)

Timofeyeva, Yu. A. (2014). Ecological peculiarities of the lime leaf miner *Phyllonorycter issikii* (Kumata) (Lepidoptera, Gracillariidae) in Saint Petersburg. *Izvestiia Sankt-Peterburgskoi Lesotekhnicheskoi Akademii*, 207, 133–141. (In Russian)

Utkina, I. A., Rubtsov, V. V. (2018). The leaf blotch miner moth *Acrocercops brongniardella* F. (Lepidoptera: Gracillariidae) in Tellerman oakwood. In: *The Kataev Memorial Readings – X. Dendrobiotic Invertebrates and Fungi and their Role in Forest Ecosystems. Vol. 1. Insects and Other Invertebrates, proceedings of the International Conference*. Saint Petersburg: SPbSFTU, 104–105. (In Russian)

Venkova, E., Znadvorova, V. (1939). The work of the group for the control of pests and diseases of green plantings in 1938 in Leningrad. *Zelenoe stroitel'stvo*, 1–2, 63–66. (In Russian)

Volkovich, M. G., Mozolevskaya, Ye. G. (2014). The ten-year anniversary of the invasion of Emerald ash borer *Agrilus planipennis* Fairm. (Coleoptera: Buprestidae) in Russia: results and prospects. *Izvestiia Sankt-Peterburgskoi Lesotekhnicheskoi Akademii*, 207, 8–19. (In Russian)

Wagner, D. L., Todd, K. J. (2015). Ecological impacts of Emerald ash borer. In: Reardon, R. C., ed., *Biology and Control of Emerald Ash Borer*. Morgantown: United States Department of Agriculture. Forest Health Technology Enterprise Team (WV-2014-09), 15–65.

wikipedia.org (2019). *Klimat Sankt-Peterburga*. [online] Available at: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Klimat\\_Sankt-Peterburga](https://ru.wikipedia.org/wiki/Klimat_Sankt-Peterburga) [Accessed 28.05.2019]. (In Russian)

World weather archive (2019) [online]. Available at: [https://world-weather.ru/archive/russia/saint\\_petersburg/](https://world-weather.ru/archive/russia/saint_petersburg/) [Accessed 28.05.2019].

Yermolayev, I. V., Rublova, Ye. A. (2017). History, rate and factors of invasion of lime leafminer *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae) in Eurasia. *Russian Journal of Biological Invasions*, 1, 2–19. (In Russian)

Yermolayev, I. V., Zorin, D. A. (2011). Ecological subsequences of *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) invasion in the lime forests in Udmurtia. *Zoological Journal*, 90(6), 717–723. (In Russian)

ACCEPTED MANUSCRIPT  
ПРИНЯТО В ПЕЧАТЬ